

RIISTA-JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

KALATUTKIMUKSIA- FISKUNDERSÖKNINGAR



54
1992



RIISTA-JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

KALATUTKIMUKSIA - FISKUNDERSÖKNINGAR



Vastaava toimittaja: Lauri Urho

Toimittajat: Irma Kolari, Marja-Liisa Koljonen, Antti Lappalainen, Riitta Rahkonen, Atso Romakkaniemi, Matti Salminen, Lena Söderholm-Tana, Pirkko Söderkultalahti ja Aune Vihervuori

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Kalantutkimusosasto
Kalanviljelyosasto
PL 202
00151 Helsinki

puh. 90 - 624 211
telex 19101236 vdx sf
telefax 90 - 631 513
telebox tbx668

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar sarjassa julkaistaan kalatalouteen liittyviä tutkimuksia, suunnitelmia, raportteja, selvityksiä, lausuntoja, esitelmiä sekä tutkimusten aineistoja tai muita vastaavia kirjoituksia. Julkaisukieliä ovat pääsääntöisesti suomi ja ruotsi. Kirjoitusohjeita on saatavilla Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tietopalvelussa (PL 202, 00151 Helsinki).

Julkaisun jakelusta päätetään kunkin numeron osalta erikseen. Julkaisua koskevat tiedustelut osoitetaan tietopalveluun.

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar on jatkoa sarjoille: "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja" (no:t 1–42) ja "Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja" (no:t 1–98), "Tiedonantoja" (no:t 1–24) ja "Meddelanden" (no:t 1–21).

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston ja kalanviljelyosaston muut julkaisusarjat ovat "Finnish Fisheries Research" ja "Suomen Kalatalous".

Ansvarig redaktör: Lauri Urho

Redaktörer: Irma Kolari, Marja-Liisa Koljonen, Antti Lappalainen, Riitta Rahkonen, Atso Romakkaniemi, Matti Salminen, Lena Söderholm-Tana, Pirkko Söderkultalahti och Aune Vihervuori

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet
Fiskeriforskningsavdelningen
Fiskodlingsavdelningen
PB 202
00151 Helsingfors

tel. 90 - 624 211
telex 19101236 vdx sf
telefax 90 - 631 513
telebox tbx668

I serien Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar publiceras undersökningar, planer, rapporter, utredningar, utlåtanden, föredrag samt forskningsmaterial eller motsvarande artiklar som behandlar fiskerihushållningen. Publikationsspråket är i huvudsak finska och svenska. Skrivinstruktioner kan erhållas från Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets informationstjänst (PB 202, 00151 Helsingfors).

Publikationens distribuering fastställs skilt för varje nummer. Förfrågningar angående tidskriften bör riktas till informationstjänsten.

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar är en fortsättning på "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja" (nr 1–42) ja "Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja" (nr 1–98), "Tiedonantoja" (nr 1–24) och "Meddelanden" (nr 1–21).

Övriga publikationsserier från Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets fiskeriforskningsavdelning och fiskodlingsavdelning är "Finnish Fisheries Research" och "Suomen Kalatalous".

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 54

1992

Yhdennetyn ympäristöseurannan järvien koekalastukset

Aimo Järvinen, Martti Rask, Eero Niemelä, Jari Raitaniemi ja Timo Turunen

**Lapin happamoitumistutkimus - taimenen poikastutkimukset
Lutto- ja Paatsjoen vesistöalueilla**

Jaakko Erkinaro, Eero Niemelä ja Martti Rask

Iso Valkjärven vesikemialliset ja biologiset tutkimukset

**Marko Järvinen, Martti Rask, Kirsi Kuoppamäki, Erkki Makkonen,
Jukka Ruuhijärvi ja Lauri Arvola**

**Kalkituksen akuutit vaikutukset ahvenen ja pitkäaikaiset
vaikutukset siian elintoiintoihin Isossa Valkjärnessä**

Pekka Vuorinen, Seppo Peuranen, Marja Vuorinen ja Martti Rask

**Kalakantojen kehitys Etelä-Suomen pienissä happamoituneissa
järvissä kalkituksen jälkeisinä vuosina**

Jari Raitaniemi, Martti Rask, Aimo Järvinen ja Kari Nyberg

**Suomalaisten suhtautuminen vesistöjen happamoitumisen
torjuntatoimenpiteisiin**

Antti Lappalainen

Helsinki 1992

Yhdennetyn ympäristöseurannan järvien koekalastukset

**Aimo Järvinen¹, Martti Rask², Eero Niemelä³, Jari Raitaniemi¹ ja
Timo Turunen⁴**

**¹Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Kalantutkimusosasto
Helsinki**

**²Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Evon kalastuskoeasema
Evo**

**³Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Tenojoen tutkimusasema
Utsjoki**

**⁴Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Vuolijoen kalastustekninen tutkimusasema
Vuolijoki**

I. Johdanto

Yhdennetty ympäristöseuranta (YYS) on Yhdistyneiden Kansakuntien alaisen Euroopan talouskomission puiteissa toimiva kansainvälinen ohjelma ekosysteemien tilan ja ihmisen toiminnan vaikutuksen seurantaan. Erityistä huomiota kiinnitetään ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumiseen ja sen vaikutuksiin. YYS:n puiteissa kerätään ja analysoidaan tietoja ilman laadusta ja laskeumasta, pohja- ja pintavedestä sekä maa- ja vesieliöistä. Tutkimukset tehdään yhdenmukaisin menetelmin ja määräväleillä pysyvillä koaloilla, joiksi on valittu etupäässä pieniä valuma-alueita (Pilot ... 1990).

Suomessa YYS:n ohjelma alkoi vuonna 1987. Suomeen on perustettu neljä seuranta-aluetta: Evon Valkea-Kotinen (Lammi), Patvinsuon kansallispuiston Hietajärvi (Lieksa), Oulangan kansallispuiston Pesosjärvi (Kuusamo) sekä Kevon luonnonpuiston Vuoskojärvi (Utsjoki). Alueet edustavat pieniä latvavesistöjä, ja ohutmaapeitteisinä ne ovat herkkiä reagoimaan ilman epäpuhtauksiin. (Söderman ja Dahlbo 1990). YYS:a toteuttavat Suomessa Ilmatieteen laitos, vesi- ja ympäristöhallinto, Metsäntutkimuslaitos, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos sekä Helsingin, Joensuun, Oulun ja Turun yliopistot. Tässä raportissa esitetään Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen yhdennetyn ympäristöseurannan järvien ensimmäisten koekalastusten tulokset.

II. Tutkimusalueet

Evon Kotisten aarnialueella sijaitseva Valkea-Kotinen on soisen valuma-alueen ympäröimänä ja runsaan rikkilaskeuman kuormittamana runsashumuksinen ja hapan (kuva 1, taulukko 1). Väri on vaihdellut välillä 80–160 mg Pt l⁻¹ ja pH välillä 4.8–6.4. Alkaliteetti on alle 0.02 mmol l⁻¹; viereisestä Musta-Kotisesta se on kulunut kokonaan loppuun. Valuma-alueella alumiini on ilmeisesti mobiloitumassa. Alumiinin pitoisuus vedessä on huomattavan korkea (200–300 µg l⁻¹), mutta suurin osa siitä lienee kuitenkin humukseen sitoutuneena.

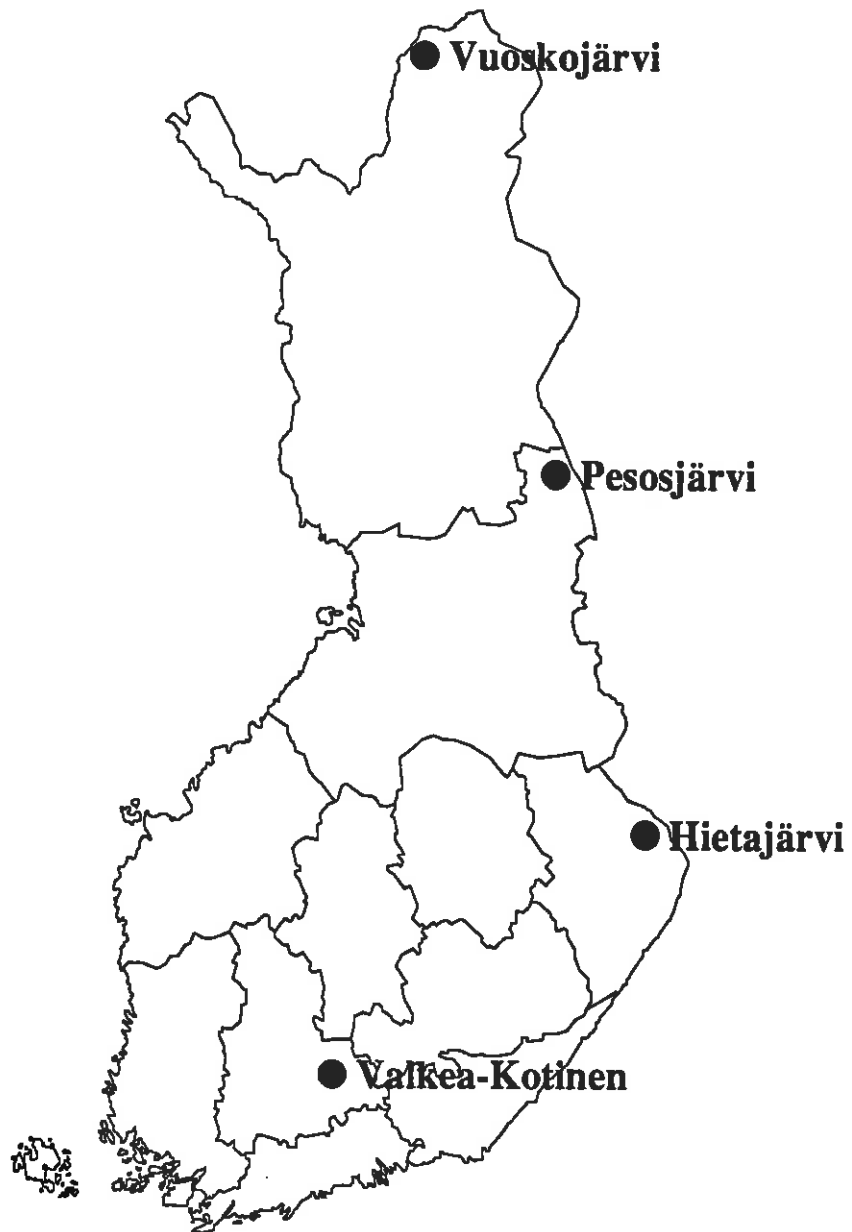
Hietajärvi sijaitsee Patvinsuon kansallispuiston alueella. Se on melko kirkasvetinen (20 mg Pt l⁻¹) ja oligotrofinen (fosforin kesäpitoisuus pintavedessä 5–15 µg P l⁻¹). Vuonna 1988 sekä talvi- että kesäkerrostuneisuusaikana pohjanläheinen vesikerros oli kuitenkin lähes hapeton. Isoon Hietajärveen laskevan Pikku-Hietajärven vesi on varsin humuspitoista (80 mg Pt l⁻¹).

Oulangan kansallispuistossa sijaitseva Pesosjärvi on kirkasvetinen (15–30 mg Pt l⁻¹) ja erittäin oligotrofinen (3–10 µg P l⁻¹). Järvi on Kuusamon alueen vesistöille tyypillisesti hyvin pusku-roitu: alkaliteetti vaihtelee välillä 0.4–0.6 mmol l⁻¹. Järven happitilanne säilyy hyvänä myös talvikerrostuneisuuden aikana.

Vuoskojärvi (Vuoskojavri) on Kevon luonnonpuistossa sijaitseva matala (suurin syvyys 6.6 m), vähähumuksinen ja oligotrofinen tunturijärvi. Pitkästä jääpeitteisestä ajasta johtuen pohjanläheinen vesikerros on kuitenkin loppupalvesta usein kokonaan hapetonta, eikä täyskierto päässe tapahtumaan kaikkina keväinä. Järven alkaliteetti on vaihdellut välillä 0.11–0.17 mmol l⁻¹. pH pysyttelee avovesikaudella yli 7:ssä ja laskee talvella n. 6.5:een.

Taulukko 1. Suomen yhdenntetyn ympäristöseurannan koalueet.

Alue	Valuma- alue, ha	Järvi, ha	Sijainti	Korkeus mp, m
Valkeakotinen	30	4	N 61°14' E 25°04'	156
Iso-Hietajärvi	460	83	N 63°10' E 30°42'	165
Pesosjärvi	200	75	N 66°17' E 29°31'	256
Vuoskojärvi	200	17	N 69°44' E 26°57'	125



Kuva 1. Yhdenntetyn ympäristöseurannan koalueet.

III. Menetelmät

Yhdennetyn ympäristöseurannan järvet koekalastettiin vuosina 1988–1990 verkkosarjalla. Valkeakotisen, Pesosjärven ja Vuoskojärven koekalastukset tehtiin 1990 käyttäen HAPRO-tutkimuksen verkkosarjaa eli satunnaisessa järjestyksessä laskettuja 12, 15, 20, 25, 30, 35, 45 ja 60 mm 1,8 x 30 m monofiilinailonverkkoja. Koekalastuksia pyrittiin tekemään noin yksi verkkosarjayö 10 hehtaaria kohti. Karjalan tutkimuslaitoksen Ekologian osaston tutkijat kalastivat Hietajärven 1988 (silmäharvuudet 12, 15, 20, 25, 35, 45, 60 ja 75 mm).

Kaikki saaliskalat mitattiin 1 cm tarkkuudella pituusjakauman saamiseksi. Jokaisesta lajista pyrittiin ottamaan vähintään 50 kpl (10 kpl pituusluokkaa kohden) näyte iän ja kasvun määrittystä varten. Ahvenen kasvu määritettiin taannehtivasti muiden paitsi Hietajärven aineistosta operculum-luusta Monastyrskyn menetelmällä ($b = 0.88$) (Bagenal ja Tesch 1978). Hietajärven aineiston ahvennäytteet sekä muut lajit määritettiin suomuista Fraser-Leen menetelmällä (alkupituutena käytettiin siialle: $c = 35$ mm sekä ahvenelle ja särjelle: $c = 20$ mm) (Bagenal ja Tesch 1978).

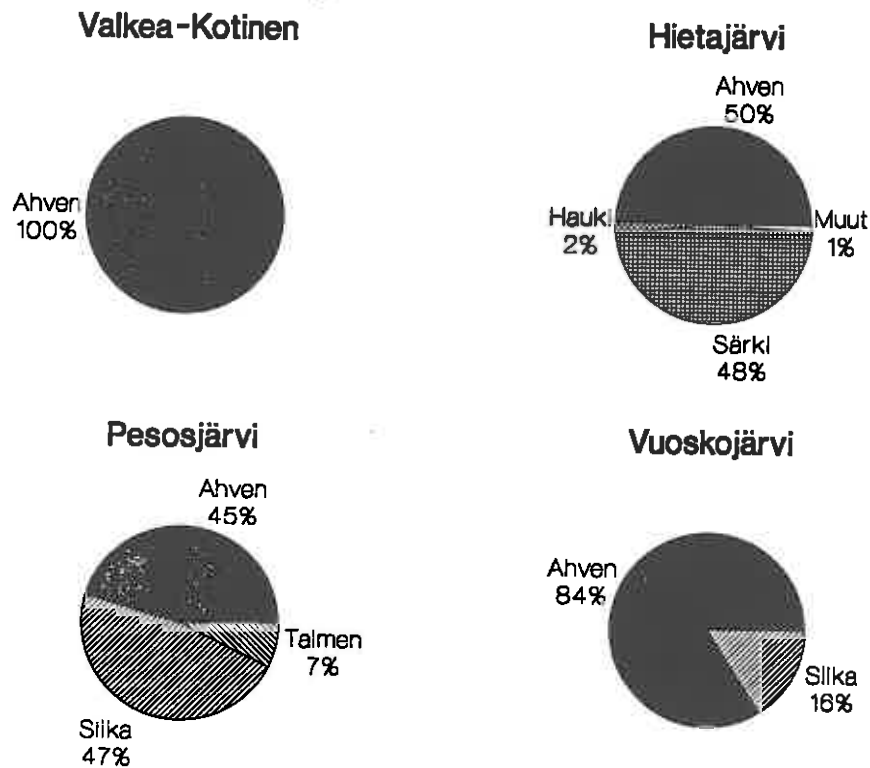
IV. Tulokset

1. Koekalastussaaliit

Koekalastusten kokonaissaaliit ja verkkosarjalla pyyntikertaa kohti saadut saaliit on esitetty taulukossa 2 ja kuvassa 2. Valkea-Kotinen koekalastettiin 29.8.1990. Saaliin ainoa laji oli ahven. Iso Hietajärvi kalastettiin sekä päivä- että yöpyyntinä 8.–9.6., 7.–8.7 ja 4.–5.8.1988 siten, että pyyntikertoja kertyi yhteensä 13 kpl. Koepyyntin perusteella lajistoon kuuluvat ahven (biomassaosuus kokonaissaaliista 50 %), särki (48 %), hauki (2 %), kiiski (1 %) ja salakka (0.2 %). Pesosjärvi koekalastettiin kolmena yönä 28.8.–30.8.1990. Saalislajit olivat ahven, siika ja taimen. Biomassasta ahven muodosti 45 %, siika 47 % ja taimen 7 %. Vuoskojärvi kalastettiin 29.8.–30.8. 1990. Saalis koostui ahvenista (84 %) ja siiosta (16 %).

Taulukko 2. Yhdennetyn seurannan järvien koekalastussaalis (kg / verkkosarja / pyyntikerta sekä kpl / verkkosarja / pyyntikerta).

		ahven	siika	taimen	särki	hauki	kiiski	salakka	yhteensä
Valkea-Kotinen	kg	3.1							3.1
	kpl	84							
Hietajärvi	kg	4.7			4.5	0.18	0.057	0.019	9.5
	kpl	88			70	0.3	2.5	0.8	
Pesosjärvi	kg	5.4	5.6	0.87					11.9
	kpl	158	20.1	6.7					
Vuoskojärvi	kg	11.6	2.2						13.8
	kpl	84	4						

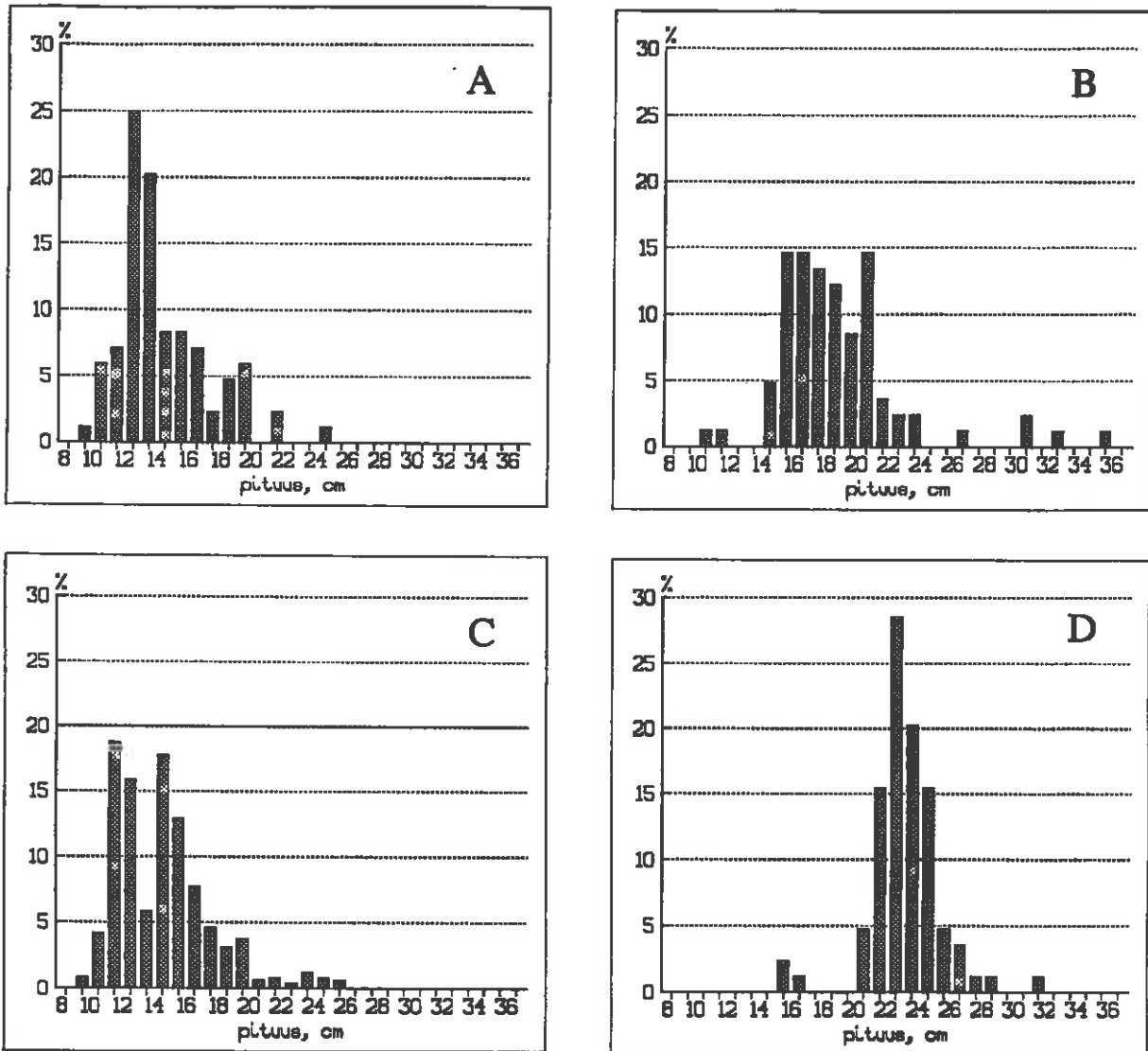


Kuva 2. Koekalastussaaliin biomassan jakautuminen lajeittain yhdenntetyn ympäristöseurannan koejärvisissä.

2. Saaliskalojen ikä, kasvu ja pituusjakauma

Ahven oli Valkea-Kotisen ainoa saalislaji, keskipainoltaan 37 g. Saaliissa dominoi ikäryhmä 4+. Pituusjakauma ja kasvu on esitetty kuvissa 3 ja 4. Kasvunopeus oli tutkimusjärvistä alhaisin: 15 cm pituus saavutetaan kuudennella kasvukaudella. Hietajärven ahvenkannassa (saaliin keskipaino 53 g) oli vallitsevana ikäryhmä 4+. Ahventen ikä määritettiin suomista, mikä heijastuu tuloksissa muita tutkimusjärviä suurempana kasvunopeuden hajontana. Ahvenet saavuttavat 15 cm pituuden 4-vuotiaana, joten kasvua voidaan pitää tavanomaisena. Pesosjärven saaliin ahvenen keskipaino oli 34 g. Kasvunopeus on normaali (5-vuotiaana 15 cm). Vuoskojärven ahvenkanta koostui kookkaista ja vanhoista (ikä 11+) yksilöistä, keskipainoltaan 139 g.

Siikaa saatiin Pesosjärvestä ja Vuoskojärvestä. Pesosjärven koekalastussaaliissa tavattiin kahta – kolmea siikatyyppeä: harvasiivilähampaista muotoa sekä tiheähampaista planktonsiikaa, jota järveen istutettiin 6 800 kpl vuosina 1983–1987. Saaliin planktonsiikoista valtaosa oli 2-vuotiaita ja harvasiivilähampaisista yksilöistä 3-vuotiaita. Siikojen kasvunopeus (kuva 5) on varsin hyvä (esim. Rask ym. 1988, K. Salojärvi, suull.). Vuoskojärven siikakanta on peräisin istutuksista

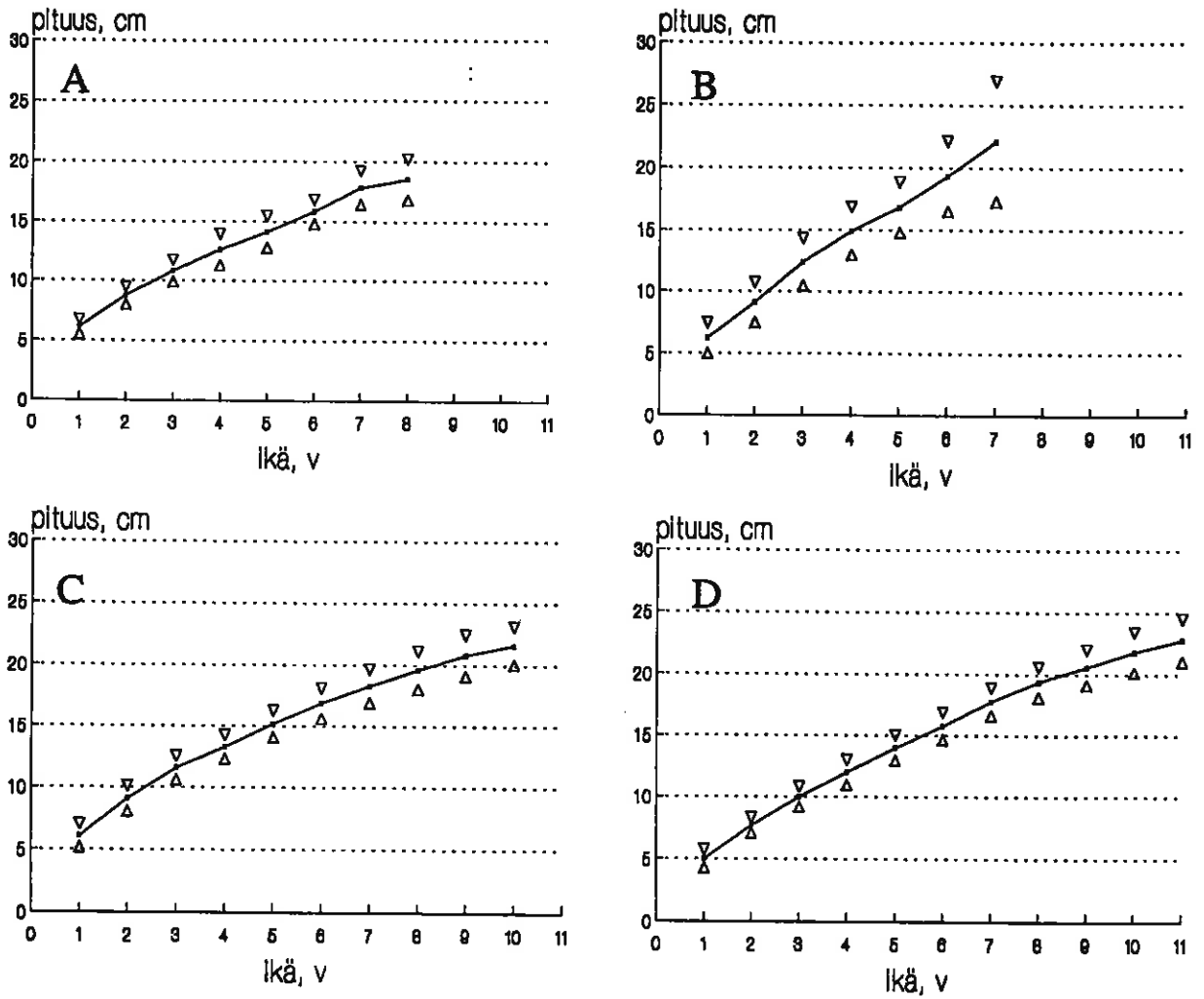


Kuva 3. Ahvensaaliin pituusjakaumat A) Valkea-Kotisessa (n = 84), B) Hietajärvässä (n = 83), C) Pesosjärvässä (n = 473) ja D) Vuoskojärvässä (n = 45).

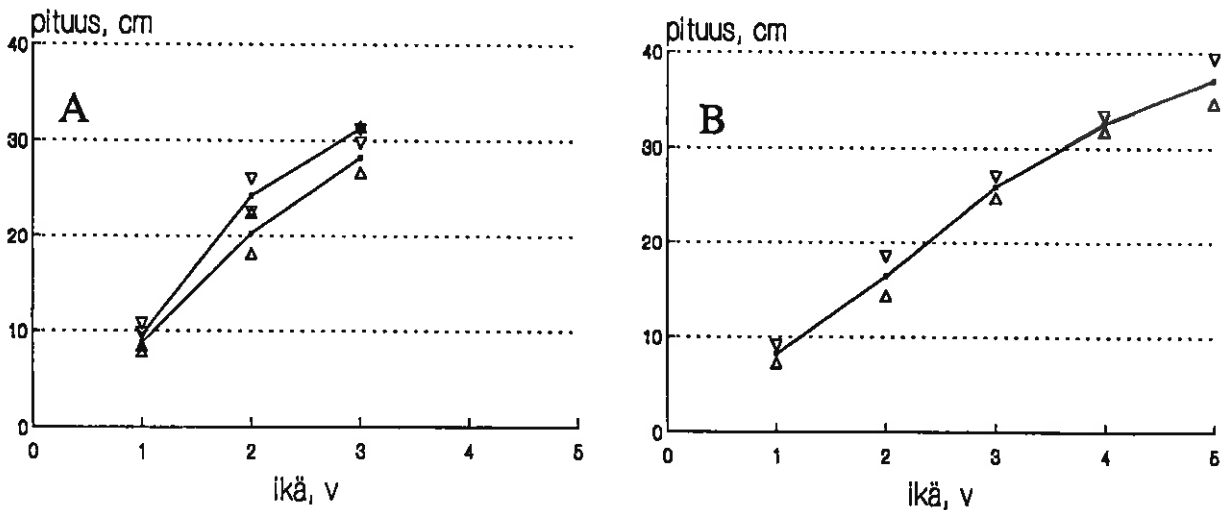
(Niemelä & Vilhunen 1989). Saaliin neljän siian keskipaino oli 540 g ja ne olivat viidennellä kasvukaudellaan.

Taimenta esiintyi ainoastaan Pesosjärvässä. Saalisyksilöt olivat enimmäkseen sukukypsiä, paikallisten tietojen mukaan Kitkajokeen laskevaa Pesospuroa myöten nousevaa tammukkaa (keskipaino 130 g). Taimenen kasvu (kuva 6) oli tasaista ja vastaa Toivosen (1978) havaintoja Kuusamon virtavesistöistä. Järvestä on vielä 1980-luvulla saatu myös 1–2 kg painoista taimenta. Järven luusuaan 1990 rakennettu mittapato estää kalan nousun, joten kannan tulevaisuus on uhanalainen.

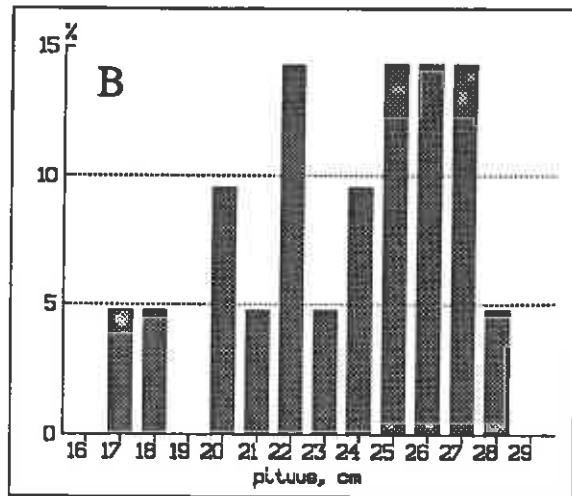
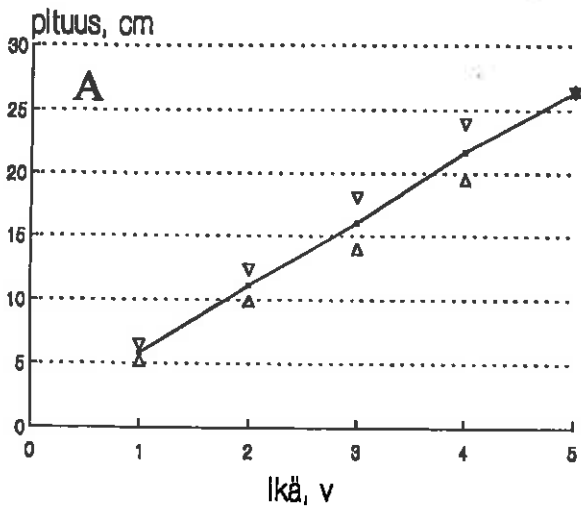
Särkeä esiintyi ainoastaan Hietajärven saaliissa. Saaliissa vallitsivat ikäryhmiin 8+ ja 9+ kuuluvat 21–23 cm mittaiset yksilöt (kuva 7). Särjen kasvunopeus Hietajärvässä on keskimääräinen verrattuna havaintoihin pienistä, karuista suomalaisista järvistä (Rask & Tuunainen 1990).



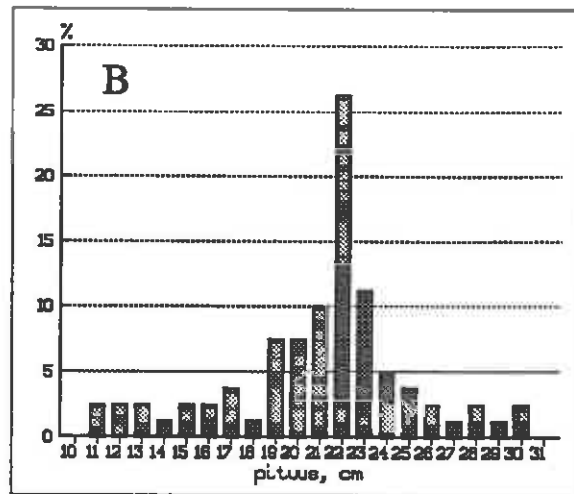
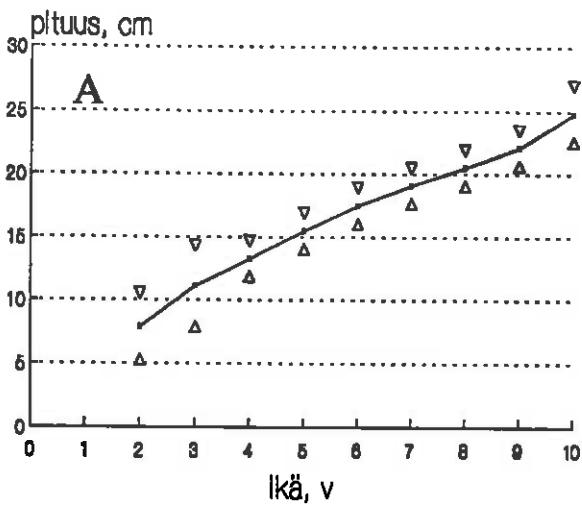
Kuva 4. Ahvenen takautuvasti määritetty kasvu sekä keskihajonta A) Valkea-Kotisessa ($n = 84$), B) Hietajärvessä ($n = 83$), C) Pesosjärvessä ($n = 125$) ja D) Vuoskojärvessä ($n = 46$).



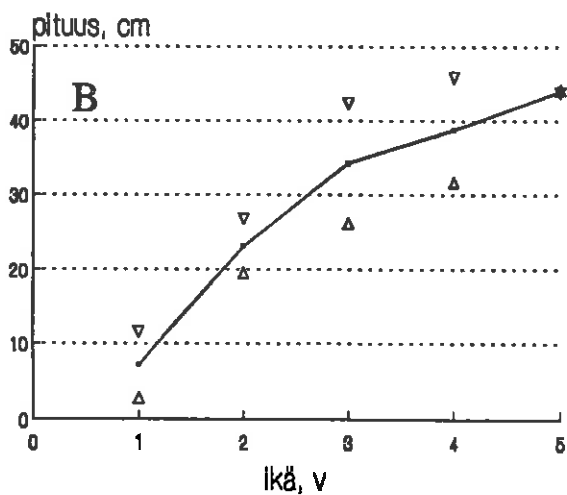
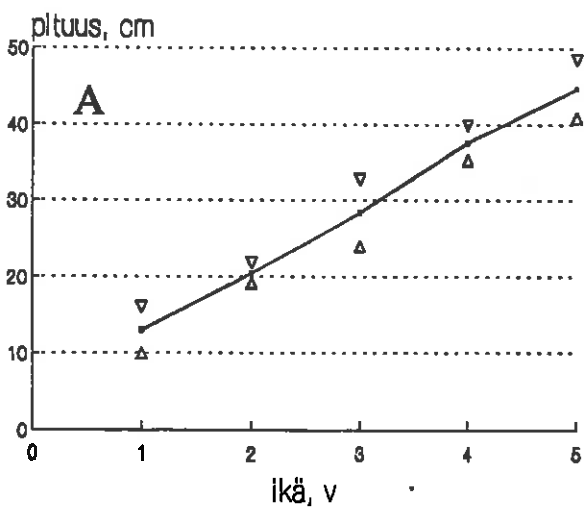
Kuva 5. Siikojen kasvu A) Pesosjärvessä (ylempi käyrä = planktonsiika, $n = 20$; alempi käyrä = harvasiivilähämpäinen siika, $n = 29$) ja B) Vuoskojärvessä ($n = 4$).



Kuva 6. Taimenen kasvu (A) ja pituusjakauma (B) Pesosjärven (n = 20).



Kuva 7. Särjen kasvu (A) ja pituusjakauma (B) Hietajärven (n = 95).



Kuva 8. Hauen kasvu A) Valkea-Kotisessa (n = 7) ja B) Hietajärven (n = 4).

Haukea saatiin koekalastuksissa vain Hietajärvestä. Valkea-Kotisesta ei saatu yhtään haukea, vaikka aikaisempien tutkimusten perusteella sen tiedetään kuuluvan järven kalastoon. Kuvassa 8 on esitetty Valkea-Kotisen hauen kasvu laskettuna vuonna 1983 uistimella pyydetystä 7:stä yksilöstä. Järven haukikannan elohopeapitoisuutta on tutkittu Vesi- ja ympäristöhallituksen sekä Helsingin yliopiston Lammin biologisen aseman toimesta. 1 kg painoisen hauen keskimääräiseksi pitoisuudeksi mitattiin $0.76 \mu\text{g Hg g}^{-1}$ (Verta 1990) ja $0.68 \mu\text{g Hg g}^{-1}$ (Rask & Metsälä 1991). Hietajärven saaliin neljän hauen keskipaino oli 570 g. Nopeakasvuisin yksilö oli saavuttanut 49 cm pituuden neljännellä kasvukaudellaan. Kuvassa 8 esitetään hauen keskimääräinen kasvu.

V. Tarkastelua

Pitkän aikavälin kalastomuutoksia arvioitaessa pelkästään verkoilla tehty koekalastus on tutkimusmenetelmänä epätarkka. Se mahdollistaa kuitenkin voimakkaiden ympäristömuutosten, mm. happamoitumisen tai rehevöitymisen, vaikutusten seuraamisen lajien välisissä runsaussuhteissa sekä kasvunopeudessa. Mahdolliset häiriöt tai esteet lisääntymisessä näkyvät ikä- ja pituusjakautumassa muutaman vuoden viiveellä. Mikäli lisääntymisen onnistumista halutaan selvittää on tehtävä mäti- ja poikastutkimuksia kentällä. Näiden suorittaminen luonnollisesti edellyttää huomattavasti suurempaa panostusta kuin nyt tehty karkea peruskartoitus.

Yhdennetyn ympäristöseurannan järvien kalalajisto oli tässä esiteltyjen koekalastusten perusteella odotetun niukka. Tavatuista lajeista ahven saattaa jatkossa olla kiinnostavin, koska sitä saatiin ainoana lajina kaikista järvistä. Tämä voi tarjota ajan mittaan mahdollisuuden seurata lajin vasteita muuttuvaan ympäristöön myös erilaisissa ilmasto-olosuhteissa.

Vuoskojärven kaltaisia, vanhoista ja isokokoisista yksilöistä koostuvia ahvenkantoja on todettu Etelä-Suomen happamoituneissa järvissä, joissa lisääntyminen on estynyt useina peräkkäisinä vuosina (Raitaniemi ym. 1988). Hyvin puskuroidussa Vuoskojärvestä tästä ei kuitenkaan voi olla kyse. Nuorten ikäluokkien puuttuminen on yleistä tavallisissakin oloissa vanhojen kalojen predaation vuoksi (Sumari 1971). Vuoskojärvestä tilanteeseen saattaa vaikuttaa ravintokilpailu istutetun siian kanssa: siika menestyy yleensä ahventa paremmin viileissä vesissä (Svärdson 1976). Siikat voivat myös syödä ahvenen planktisia pikkupoikasia. Lisäksi Vuoskojärven pohjoinen sijainti saattaa selittää ahvenen vuosiluokkien puuttumista: etenkin kylminä kesinä ahvenen poikaset voivat jäädä niin pieniksi, etteivät ne selviydy talven yli.

Yhdennetyn seurannan järvistä voidaan ympäristömuutosten vaikutuksia kalakantoihin seurata ehkä parhaiten Valkea-Kotisessa ja Hietajärvestä. Niiden veden puskurointikyky on alhaisin, joten ilman epäpuhtauksien vaikutuksia (happamoituminen, metallien rikastuminen) kaloihin voidaan todennäköisesti ensimmäiseksi havaita näiden järvien kaloista. Hankalin tilanne on Oulangan kansallispuiston Pesosjärvestä, jossa mittapato valitettavasti myös haittaa taimenen lisääntymistä. Vuoskojärvi on vertailujärvistä luonnontilaisin, koska siihen ei saa istuttaa mitään ja kalastus on lähes olematonta. Se on myös suhteellisen lähellä itärajan takaisia saastelähteitä, mutta ei hyvin puskuroituna ole välttämättä paras mahdollinen seurantajärvi ilmansaasteiden vaikutuksille.

Tiivistelmä

Tässä raportissa esitetään Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen koekalastusten tulokset neljästä, Yhdennetyn ympäristöseurannan puiteissa seurattavasta pienehköstä järvestä, jotka sijaitsevat eri puolilla Suomea.

Ensimmäiset koekalastukset tehtiin vuosina 1988–1990 käyttäen vakioitua verkkosarjaa, ja ne pyritään toistamaan muutaman vuoden välein eri kalalajien kasvussa sekä lajien välisissä runsaussuhteissa mahdollisesti tapahtuvien muutosten seuraamiseksi.

Sammandrag : Provfiske i de sjöar som ingår i programmet för integrerad monitoring 1988–1990.

I rapporten presenteras resultaten av Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets provfiske i fyra av de mindre sjöar på olika håll i Finland som ingår i programmet för integrerad monitoring.

De första provfiskeförsöken utfördes åren 1988–1990 med hjälp av en standardiserad nätserie, och kommer att upprepas med några års mellanrum för att övervaka eventuella förändringar i tillväxten hos olika fiskarter samt förändringar i olika fiskarters inbördes talrikhetsrelationer.

Kirjallisuus

Bagenal, T.B. & Tesch, F.W. 1978. Age and growth. Teoksessa: T.B. Bagenal (toim.): Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No 3. Oxford. s. 101–136.

Niemelä, E. & Vilhunen, J. 1989. Utsjoen tunturivesien kalakantojen käyttö- ja hoitosuunnitelma. Helsinki. RKTL kalantutkimusosasto. (moniste)

Pilot programme on integrated monitoring. Annual synoptic report 1990. Helsinki. National Board of Waters and the Environment. Environment Data Centre. 88 s.

Raitaniemi, J., Rask, M. & Vuorinen, P.J. 1988. The growth of perch, *Perca fluviatilis*, in small Finnish lakes at different stages of acidification. Ann. Zool. Fennici 25. s. 209–219.

Rask, M. & Metsälä, T. 1991. Mercury concentrations in northern pike *Esox lucius* L. in small lakes of Evo area, southern Finland. Water Air Soil Pollut. 56. s. 369–378.

Rask, M., Vuorinen, M. & Vuorinen, P.J. 1988. Whitefish stocking: an alternative in mitigating acidification effects? Finnish Fish. Res. 9. s. 489–495.

Rask, M. & Tuunainen, P. 1990. Acid-induced changes in fish populations of small Finnish lakes. Teoksessa: P. Kauppi, P. Anttila & K. Kenttämies (toim.) Acidification in Finland. Berlin, Springer Verlag. s. 911–927.

Sumari, O. 1971. Structure of the perch populations of some ponds in Finland. Ann. Zool. Fennici 8. s. 406–421.

Söderman, G. & Dahlbo, K. 1990. Tuloksia Suomen ympäristön yhdennetystä seurannasta kaudelta 1988/89. YYS-raportti 1990. Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallitus. 25 s.

Toivonen, J. 1978. Taimenen poikastiheyksistä Kuusinkijoessa, Kitkajoessa ja Oulankajoessa. Oulu, Oulun yliopisto. Acta Univ. Ouluensis A 68. Biol. 4. s. 175–182.

Verta, M. 1990. Mercury in Finnish forest lakes and reservoirs: Anthropogenic contribution to the load and accumulation in fish. Helsinki. National Board of Waters and the Environment. Publications of the Water and Environment Research Institute 6. 33 s.